

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

REC'D 09 JUL 2004

WIPO

PCT

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 03 JUIN 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE



INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE
bis, rue de Saint Pétersbourg
800 Paris Cedex 08
téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
Code de la propriété intellectuelle-Livre VI

cenj
N° 55-1328

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Réservé à
L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

REMISE DES PIÈCES DATE 14 AVRIL 2003 LIEU 38 INPI GRENOBLE N° D'ENREGISTREMENT 0304675 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 14 AVR. 2003 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet Michel de Beaumont 1 rue Champollion 38000 GRENOBLE	
Vos références pour ce dossier (facultatif) B6005			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/>		N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de Brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N° N° Date / / Date / /	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/> N° Date / /	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDÉ DE FABRICATION DE GRANULES SEMICONDUCTEURS			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date / / Pays ou organisation Date / / <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé "Suite"	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé "Suite"	
Nom ou dénomination sociale		CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement Public	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
ADRESSE		3, Rue Michel Ange	
Rue			
Code postal et ville		75794 PARIS CEDEX 16	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

INPI

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle-Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

N° 5

Réservé à
L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

REMISE DES PIÈCES DATE 14.04.2003 LIEU N° D'ENREGISTREMENT 03/04675 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet Michel de Beaumont 1 rue Champollion 38000 GRENOBLE	
Vos références pour ce dossier (facultatif) B6005			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/>		N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de Brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	
Date		/ /	
Date		/ /	
Date		/ /	
Date		/ /	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDÉ DE FABRICATION DE GRANULES SEMICONDUCTEURS			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé "Suite"	
5 DEMANDEUR		<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé "Suite"	
Nom ou dénomination sociale		CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement Public	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
ADRESSE		Rue	
		3, Rue Michel Ange	
		Code postal et ville	
		75794 PARIS CEDEX 16	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

Réservé à
L'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE **14 AVRIL 2003**

LIEU **38 INPI GRENOBLE**

N° D'ENREGISTREMENT **0304675**

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Vos références pour ce dossier :

(facultatif) B6005

6 MANDATAIRE

Nom

Prénom

Cabinet ou Société

Cabinet Michel de Beaumont

N° de pouvoir permanent et/ou
de lien contractuel

ADRESSE

Rue

1 Rue Champollion

Code postal et ville

38000

GRENOBLE

N° de téléphone (facultatif)

04.76.51.84.51

N° de télécopie (facultatif)

04.76.44.62.54

Adresse électronique (facultatif)

cab.beaumont@wanadoo.fr

7 INVENTEUR (S)

Les inventeurs sont les demandeurs

☐ Oui

☒ Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur (s) séparée

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat

☒

ou établissement différé

☐

Paiement échelonné de la redevance

Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques

☐ Oui

☒ Non

**9 RÉDUCTION DU TAUX DES
REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

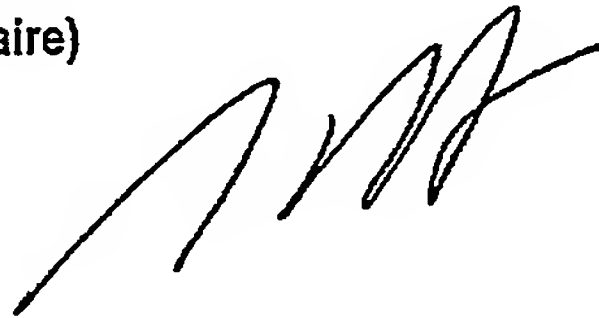
☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)

☐ Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :

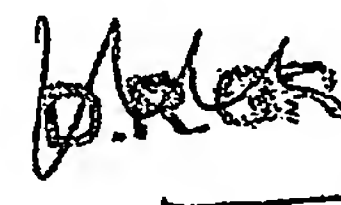
Si vous avez utilisé l'imprimé "Suite", indiquez
le nombre de pages jointes

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE
(Nom et qualité du signataire)**

Michel de Beaumont
Mandataire n° 92-1016



VISA DE LA PREFECTURE
OU DE L'INPI



Réservé à
L'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE 14.04.2003

LIEU

N° D'ENREGISTREMENT 03/04675

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Vos références pour ce dossier :

(facultatif) B6005

6 MANDATAIRE

Nom

Prénom

Cabinet ou Société

Cabinet Michel de Beaumont

N° de pouvoir permanent et/ou
de lien contractuel

ADRESSE

Rue

1 Rue Champollion

Code postal et ville

38000

GRENOBLE

N° de téléphone (facultatif)

04.76.51.84.51

N° de télécopie (facultatif)

04.76.44.62.54

Adresse électronique (facultatif)

cab.beaumont@wanadoo.fr

7 INVENTEUR (S)

Les inventeurs sont les demandeurs

☐ Oui

☒ Non

Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur (s) séparée

8 RAPPORT DE RECHERCHE

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat

☒ Oui

ou établissement différé

☐ Non

Paiement échelonné de la redevance

Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques

☐ Oui

☒ Non

**9 RÉDUCTION DU TAUX DES
REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)

☐ Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :

Si vous avez utilisé l'imprimé "Suite", indiquez
le nombre de pages jointes

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE**
(Nom et qualité du signataire)

Michel de Beaumont
Mandataire n° 92-1016

VISA DE LA PREFECTURE
OU DE L'INPI



15, rue de Saint Pétersbourg
75003 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
Code de la propriété intellectuelle-Livre VI

cerfa
N° 55 -1328

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
Page suite n° 1/1

Réservé à
L'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE 14.04.2003

LIEU

N° D'ENREGISTREMENT 03/04675

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

Vos références pour ce dossier (facultatif) B6005

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date / /

N°

Pays ou organisation

Date / /

N°

Pays ou organisation

Date / /

N°

5 DEMANDEUR

UNIVERSITE DE POITIERS

Nom ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

Etablissement Public

N° SIREN

Code APE-NAF

ADRESSE

Rue

15, Rue de l'Hôtel Dieu

Code postal et ville

86034

POITIERS CEDEX

Pays

FRANCE

Nationalité

Française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

5 DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

ADRESSE

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE

(Nom et qualité du signataire)

Michel de Beaumont

Mandataire n° 92-1016

VISA DE LA PREFECTURE
OU DE L'INPI

PROCÉDÉ DE FABRICATION DE GRANULES SEMICONDUCTEURS

La présente invention concerne le domaine des matériaux semiconducteurs, et en particulier mais non exclusivement les granules semiconducteurs utilisables pour alimenter un bain fondu destiné à la réalisation de lingots de matériau semi-conducteur, comme le silicium.

De façon classique, les lingots de silicium mono ou polycristallin sont obtenus par croissance ou étirement à partir de bains de silicium fondu. Ces bains sont alimentés par des granules ou des morceaux de silicium de taille supérieure à 1 mm.

10 ~~En effet, si l'on alimente un bain de silicium avec des particules plus petites, ces particules s'incorporent très difficilement au bain fondu, ce qui nuit à la bonne marche du processus.~~

Un procédé classique de fabrication de granules est le suivant. Dans un réacteur de dépôt chimique en phase vapeur (CVD), du gaz silane SiH_4 ou trichlorosilane SiHCl_3 est cracké, c'est-à-dire chauffé de façon à ce que sa molécule soit cassée. Du silicium solide est alors libéré et se dépose sous forme de poudres. Au début du processus, les poudres obtenues sont très fines, typiquement de l'ordre de quelques dizaines de nano-

15

20 mètres. Pour faire grossir les grains de ces poudres, on doit mettre en oeuvre des conditions particulières qui entraînent une

complexification du procédé et des équipements. On utilise par exemple des machines de dépôt à lit fluidisé qui permettent le grossissement des grains de poudres jusqu'à un à deux millimètres.

5 Le procédé décrit ci-dessus est long et consomme beaucoup d'énergie. Le prix de revient des granules est élevé. En outre, ce procédé de fabrication laisse des résidus sous la forme de poudres très fines, nettement inférieures au millimètre, inexploitées à l'heure actuelle.

10 Un objet de la présente invention est de prévoir un procédé pour fabriquer des granules propres à alimenter un bain de fabrication de lingots de matériaux semiconducteurs, qui soit rapide, peu cher et consomme peu d'énergie.

15 Pour atteindre cet objet ainsi que d'autres, la présente invention prévoit un procédé de fabrication de granules semiconducteurs destinés à alimenter un bain fondu de fabrication de matériaux semiconducteurs. Le procédé comporte une étape de frittage et/ou de fusion de poudres semiconductrices.

20 Selon un mode de réalisation de la présente invention, les granules ont une taille supérieure à 1 mm.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, les poudres comprennent des poudres de taille nanométrique et/ou micrométrique.

25 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé comporte une étape de compaction suivie d'une étape de traitement thermique.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, la pression est comprise entre 10 MPa et 1 GPa et la température est supérieure à 800°C.

30 Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé comporte une étape de compression à chaud.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, lors de l'étape de compression à chaud, la pression est inférieure à 100 MPa et la température est supérieure à 800°C.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé comporte une étape consistant à placer les poudres dans un moule.

5 Selon un mode de réalisation de la présente invention, les poudres sont des poudres semiconductrices dopées.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le procédé comporte une étape de recuit ou de dopage des granules.

10 Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

15 les figures 1A à 1F illustrent la fabrication de granules selon la présente invention ;

les figures 2A et 2B illustrent un mode de réalisation d'un procédé selon la présente invention ;

la figure 3 représente un granule obtenu selon la présente invention ; et

20 la figure 4 illustre un autre mode de réalisation du procédé selon la présente invention.

Pour fabriquer des granules peu chers, en peu de temps et en consommant peu d'énergie, l'inventeur a eu l'idée de fritter ou de fondre des poudres semiconductrices.

25 Les poudres utilisées sont par exemple les poudres de taille nanométrique (10 à 500 nm) ou micrométriques (10 à 500 μ m) issues des réacteurs CVD. On peut aussi utiliser des résidus de sciage de plaquettes de silicium, qui comprennent aussi des poudres de taille nanométrique et micrométrique.

30 On va maintenant décrire la fabrication des granules selon la présente invention en relation avec les figures 1A à 1F.

La figure 1A représente un support 1 plan de forme parallélépipédique. Le support 1 est destiné à être une pièce de
35 compression et il est réalisé par exemple par une lame de

graphite, ou d'une autre céramique. Pour réaliser le support 1, on peut par exemple utiliser du nitrure de silicium Si_3N_4 , du carbure de silicium SiC , du nitrure de bore BN, de l'alumine, de la zircone, de la magnésie etc.

5 Au-dessus du support 1 de la figure 1A, on place un moule 3 représenté à la figure 1B. Le moule 3 est une plaque percée d'ouvertures 5. Les ouvertures 5 représentées en figure 1B ont une section circulaire. Typiquement, l'épaisseur du moule 3 est de l'ordre de un à quelques millimètres, et le diamètre
10 des ouvertures 5 est par exemple compris entre 1 et 5 millimètres.

 Ensuite, comme cela est représenté en figure 1C, l'ensemble formé par la superposition du support 1 et du moule 3 est recouvert de poudres de matériau semiconducteur 8. Les poudres
15 semiconductrices 8 sont raclées par un élément racleur 10 dans le sens de la flèche V. L'élément 10 racle les poudres 8 et, après son passage, les ouvertures 5 du moule 3 sont remplies de poudres 12.

 On obtient, comme cela est représenté à la figure 1D,
20 un ensemble 13 formé par le support 1 surmonté du moule 3, dont les ouvertures 5 sont remplies de poudres 12.

 Au-dessus de l'ensemble 13, on place un plateau 14. Le plateau 14 peut être réalisé dans le même matériau que le support 1. Le plateau 14 présente, sur sa face inférieure représentée en figure 1E, une surface plane 16 de laquelle dépassent
25 des protubérances 18 complémentaires des ouvertures 5 et moins hautes que ces ouvertures sont profondes.

 La figure 1F représente le plateau 14 en coupe. Les protubérances 18 sont constituées par des éléments de cylindre
30 de diamètre légèrement inférieur aux ouvertures 5. La position des protubérances 18 est la même que celle des ouvertures 5. Le plateau 14 est placé au-dessus de l'ensemble 13 de la figure 1D, de façon à ce que les protubérances 18 soient au-dessus des ouvertures 5, remplies de poudre de silicium 12.

On va maintenant décrire plusieurs modes de réalisation du procédé selon la présente invention pour fabriquer les granules.

La figure 2A représente en coupe un ensemble 20 constitué par le support 1, le moule 3 comportant les poudres de silicium, et le plateau 14. Une pression P est exercée entre les éléments 1 et 14. La pression P assure un compactage des poudres de silicium 12 contenues dans le moule 3, les protubérances 18 du plateau 14 pénétrant dans les ouvertures 5 du moule 3 et comprimant les poudres. Du fait du compactage, un processus de consolidation commence à se produire. Après compaction, comme cela est illustré en figure 2B, l'ensemble 20 est placé dans un four de recuit 22 où il est soumis à un traitement thermique à une température T. Par souci de simplicité, l'ensemble 20 est représenté de façon simplifiée en figure 2A, les protubérances 18 en particulier n'ayant pas été représentées. Un frittage a lieu dans le four 22 et les granules obtenus ont une excellente tenue mécanique.

La pression exercée dans l'étape de compression de la figure 2A peut varier dans une grande plage de valeurs, par exemple allant de 100 bars (10 mégapascals) à 10 000 bars (1 gigapascal). La température utilisée lors du traitement thermique de la figure 2B peut également varier dans une grande plage de valeurs. Par exemple, elle peut être de l'ordre de 1000°C.

De façon générale, plus la pression lors de l'étape de compression est importante, plus le recuit thermique peut être faible. Les granules ayant subi un traitement thermique à température élevée présentent une tenue mécanique meilleure.

On notera cependant que, la consolidation des poudres commençant à température ambiante, on peut envisager d'obtenir des granules par simple compaction à froid, c'est-à-dire à température ambiante, des poudres. On notera cependant que des granules non recuits sont fragiles et, à moins de les manipuler

avec soin, ils risquent de s'effriter pendant leur transport au bain fondu.

On peut aussi envisager de ne pas compacter les poudres, et de porter l'ensemble 20 dans le four 22 à une température pouvant aller jusqu'à la température de fusion du matériau, 1410°C dans le cas du silicium. Dans ce cas, le plateau supérieur 14 est superflu. A priori, si le support 1 est en graphite, on évitera que le silicium fonde car le granule obtenu peut rester soudé au support 1.

La figure 3 représente un granule 24 obtenu par le procédé de la figure 2. Le granule 24 se présente sous la forme d'une pastille cylindrique d'épaisseur e inférieure à l'épaisseur du moule 3 et de diamètre sensiblement égal au diamètre des ouvertures 5 du moule 3. Pour donner un ordre d'idée, l'épaisseur e est de 1 à 3 millimètres et le diamètre Φ de l'ordre de 1 à 5 mm.

S'ils n'ont pas été recuits jusqu'à la fusion, les granules obtenus par le procédé de la figure 2 présentent une porosité assez importante, en général située entre 20 et 40 %. Il s'agit d'une porosité interconnectée, dite aussi porosité ouverte, c'est-à-dire que des canaux de porosité sont présents dans tout le granule et débouchent sur l'extérieur. Cette caractéristique peut être mise à profit de plusieurs manières, par exemple dans un but de purification ou de dopage.

En effet, si ces granules comportent des impuretés, par exemple du fait d'une pollution des poudres de silicium utilisées, les granules peuvent être soumis à un traitement thermique ultérieur pour faire migrer les impuretés vers l'extérieur des granules par l'intermédiaire des canaux de porosité.

Aussi, on peut faire circuler un gaz dopant lors d'un recuit ultérieur pour doper les granules. Le gaz se répandant de manière uniforme dans la masse du granule du fait de sa porosité interconnectée, un dopage homogène du granule est obtenu dans sa masse. On peut aussi obtenir des granules dopés en réalisant les granules à partir de poudres semiconductrices déjà dopées. On

notera que les granules classiques produits dans les réacteurs CVD ne sont pas dopés et que le fait de pouvoir doper facilement les granules constitue un avantage supplémentaire de la présente invention.

5 La figure 4 représente une variante du procédé pour fabriquer des granules selon la présente invention. L'ensemble 20, représenté là aussi de façon simplifiée et constitué, rappelons le, du support 1, du moule 3 garni de poudres de silicium et du plateau 14, est placé dans une enceinte 26, dans
10 laquelle les poudres de silicium sont soumises à une étape de compaction à chaud. Pour ce faire, une pression P' est exercée entre les éléments 1 et 14, tandis que l'ensemble est soumis à un traitement thermique de température T' . La pression P' peut être exercée pendant toute la durée du traitement thermique ou
15 seulement pendant une partie de ce traitement.

Le procédé de la figure 4 est remarquable en ce que l'obtention des granules est presque immédiate. Par exemple, si l'on exerce la pression P' pendant environ 1 seconde et l'on chauffe à 1200°C pendant environ 1 minute, on obtient rapidement
20 et de manière très économique des granules très solides mécaniquement. Par ailleurs, la pression P' peut être beaucoup plus faible que la pression P du procédé de la figure 2 pour obtenir des granules présentant sensiblement la même résistance mécanique.

Par exemple, une pression P' inférieure à 30 MPa (300 bars)
25 convient parfaitement. La température T' peut être de l'ordre de grandeur de la température T , par exemple comprise entre 800°C et la température de fusion du silicium (1410°C).

Les granules obtenus par le procédé de la figure 4 sont de même type que les granules obtenus par le procédé de la
30 figure 2. Cependant, leur porosité est en général plus faible, par exemple 10 % ou moins. Si l'on veut conserver les avantages liés à une porosité élevée des granules, il faudra veiller à ce que celle-ci ne soit pas trop faible.

La taille des granules obtenus n'est pas critique. Il
35 suffit que les granules soient assez gros pour pouvoir alimenter

les bains fondus où sont produits les lingots de silicium. Dans la pratique, il suffit que leur taille soit millimétrique, par exemple de l'ordre de un à quelques millimètres. Si besoin est, des granules de plus grande dimension peuvent être obtenus par simple augmentation de la taille des ouvertures 5 du moule 3.

La forme des granules obtenus n'est pas critique. Bien que l'on ait représenté des granules cylindriques, les granules pourront être en forme de cubes, de parallélépipèdes rectangles ou autre, selon la forme des ouvertures 5 du moule 3. Les granules peuvent être par exemple allongés, en forme de barres, de fils, etc.

Les poudres utilisées peuvent être des poudres nanométriques, par exemple d'un diamètre de l'ordre de 20 nm, des poudres micrométriques, des poudres millimétriques ou un mélange de poudres de diverses granulométries.

L'atmosphère de réaction dans le four 22 ou l'enceinte 26 peut être le vide ou une pression contrôlée d'un gaz inerte ou non, par exemple d'argon, d'azote ou de chlore. On peut aussi utiliser un gaz qui contient une pression de vapeur d'un élément autre que le silicium, par exemple d'un autre semiconducteur, ou d'un dopant du silicium comme le bore, le phosphore ou l'arsenic.

Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

En particulier, on notera que les divers éléments décrits en relation avec les figures 1A à 1F ne sont que des exemples seulement et peuvent subir de nombreuses modifications.

Par exemple, le plateau 14 peut ne pas présenter de protubérances 18 si le matériau formant le moule 3 est assez souple et/ou déformable pour que les îlots de poudre qu'elle renferme puissent être comprimés de manière adéquate.

On peut aussi se passer du moule 3. Par exemple, des petits tas de poudre peuvent être placés de façon espacée sur un support. Un plateau est placé sur l'ensemble, qui subit le pro-

cédé des figures 2 ou 4. Les petits tas de poudre sont écrasés par la compression et, s'ils sont suffisamment éloignés les uns des autres, ils formeront des granules séparés.

On notera aussi qu'il est possible d'utiliser non pas
5 un seul moule 3, mais plusieurs moules 3 superposés et séparés de façon adéquate. Par exemple, on peut faire un empilement constitué d'un support 1, d'un moule 3 rempli de poudres de silicium, d'un plateau 14, suivi d'un autre moule 3 rempli de poudres de silicium, d'un autre plateau 14 etc. pour réaliser de
10 nombreux granules en même temps.

Les poudres utilisées pour former les granules peuvent être constituées d'un mélange de poudres de granulométries adaptées à une compacité souhaitée. On notera aussi que le procédé selon la présente invention permet de fabriquer des gra-
15 nules en silicium, comme cela a été décrit, mais aussi des granules d'un autre matériau semiconducteur, comme le germanium, ou d'un alliage, comme l'arséniure de gallium ou un alliage de silicium, germanium et carbone.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication de granules semiconducteurs destinés à alimenter un bain fondu de fabrication de matériau semiconducteur, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de frittage et/ou de fusion de poudres semiconductrices.
- 5 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les granules ont une taille supérieure à 1 mm.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel les poudres comprennent des poudres de taille nanométrique et/ou micrométrique.
- 10 4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, comportant une étape de compaction suivie d'une étape de traitement thermique.
5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel la pression est comprise entre 10 MPa et 1 GPa et la température
- 15 est supérieure à 800°C.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, comportant une étape de compression à chaud.
7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel, lors de l'étape de compression à chaud, la pression est inférieure à
- 20 100 MPa et la température est supérieure à 800°C.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, comportant une étape consistant à placer les poudres dans un moule (3).
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans
- 25 lequel les poudres sont des poudres semiconductrices dopées.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, comportant une étape de recuit ou de dopage des granules.

1/3

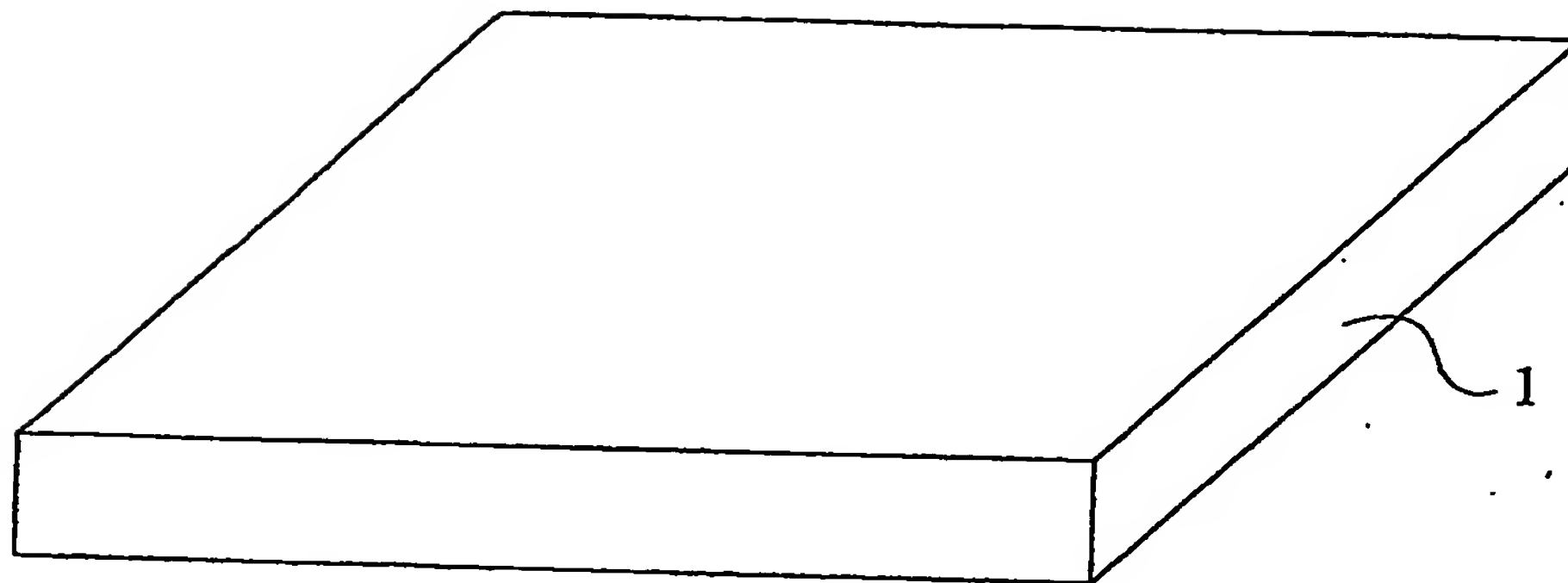


Fig 1A

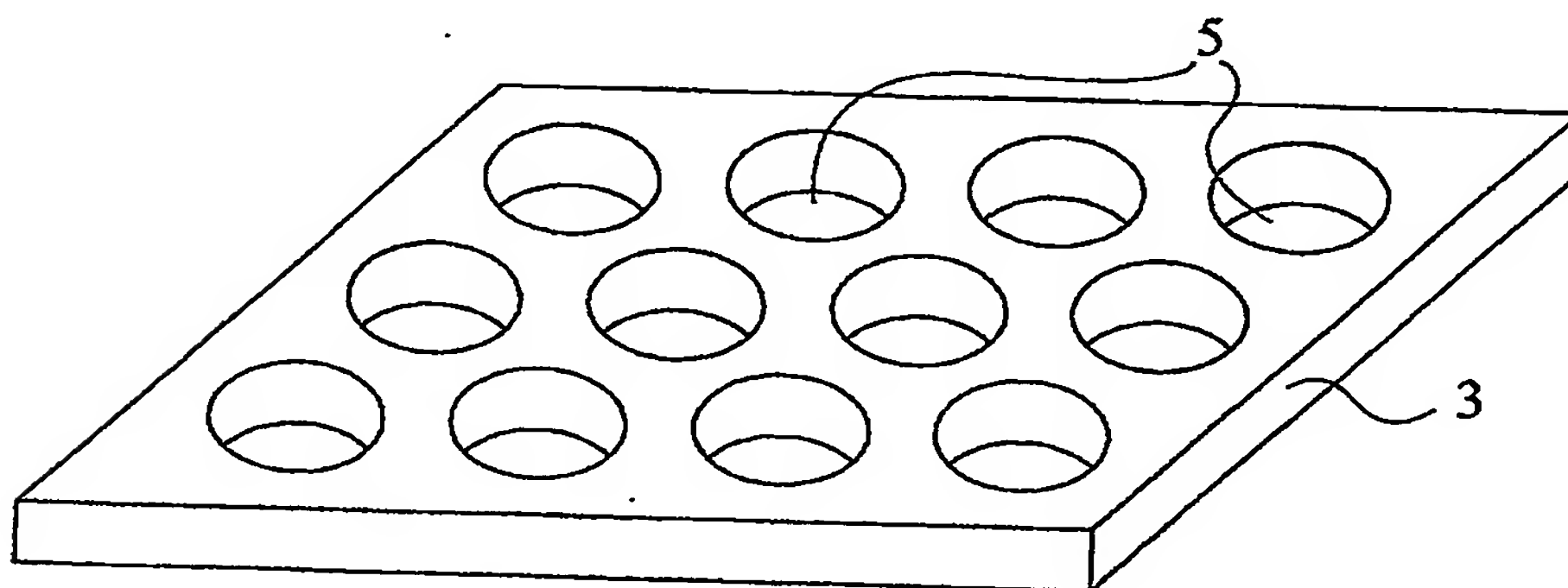


Fig 1B

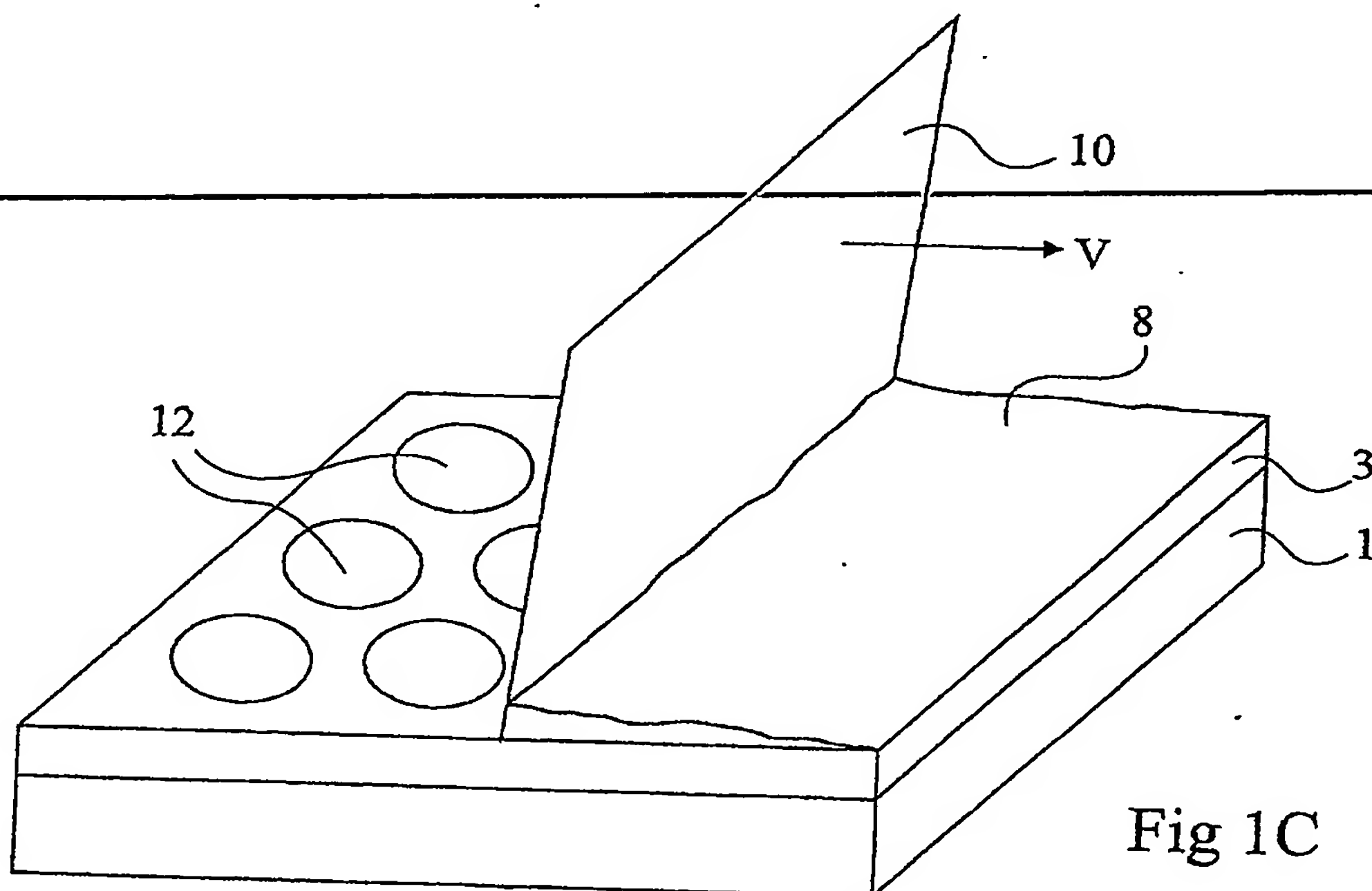


Fig 1C

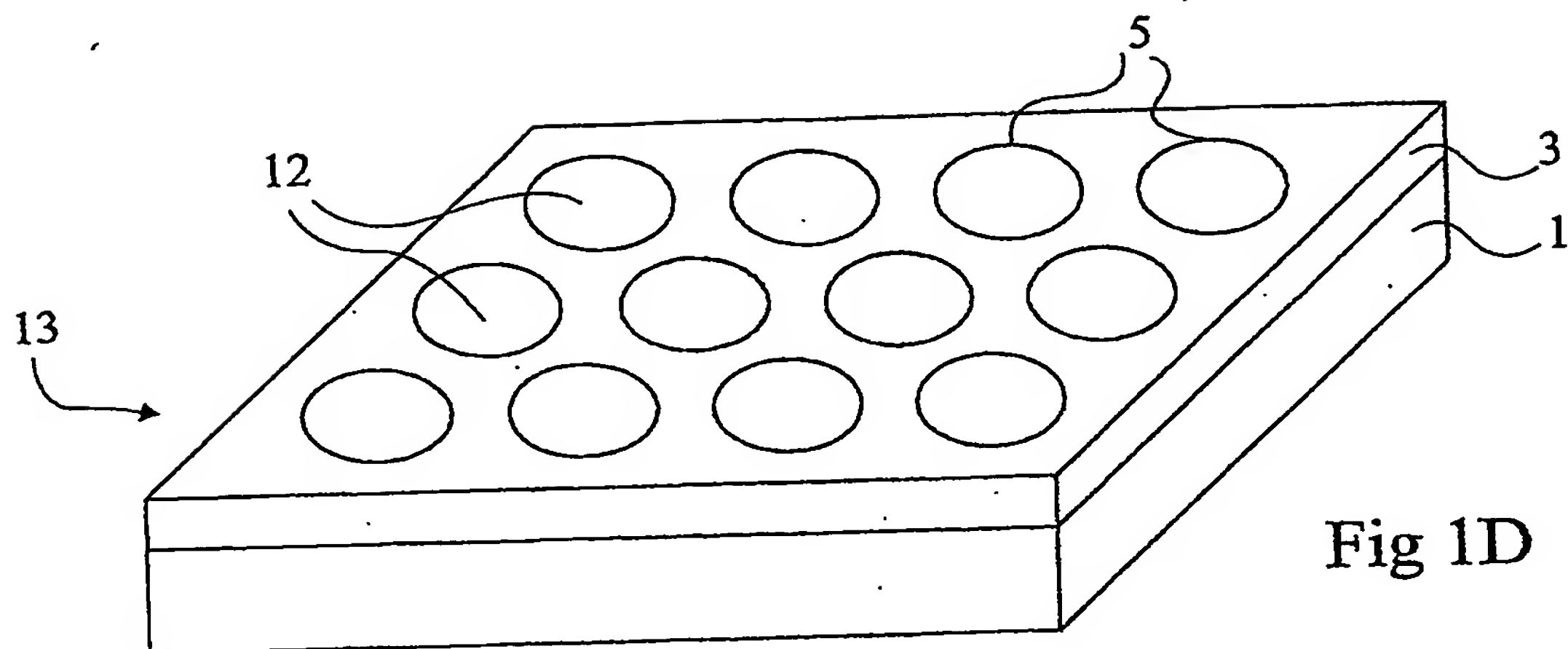


Fig 1D

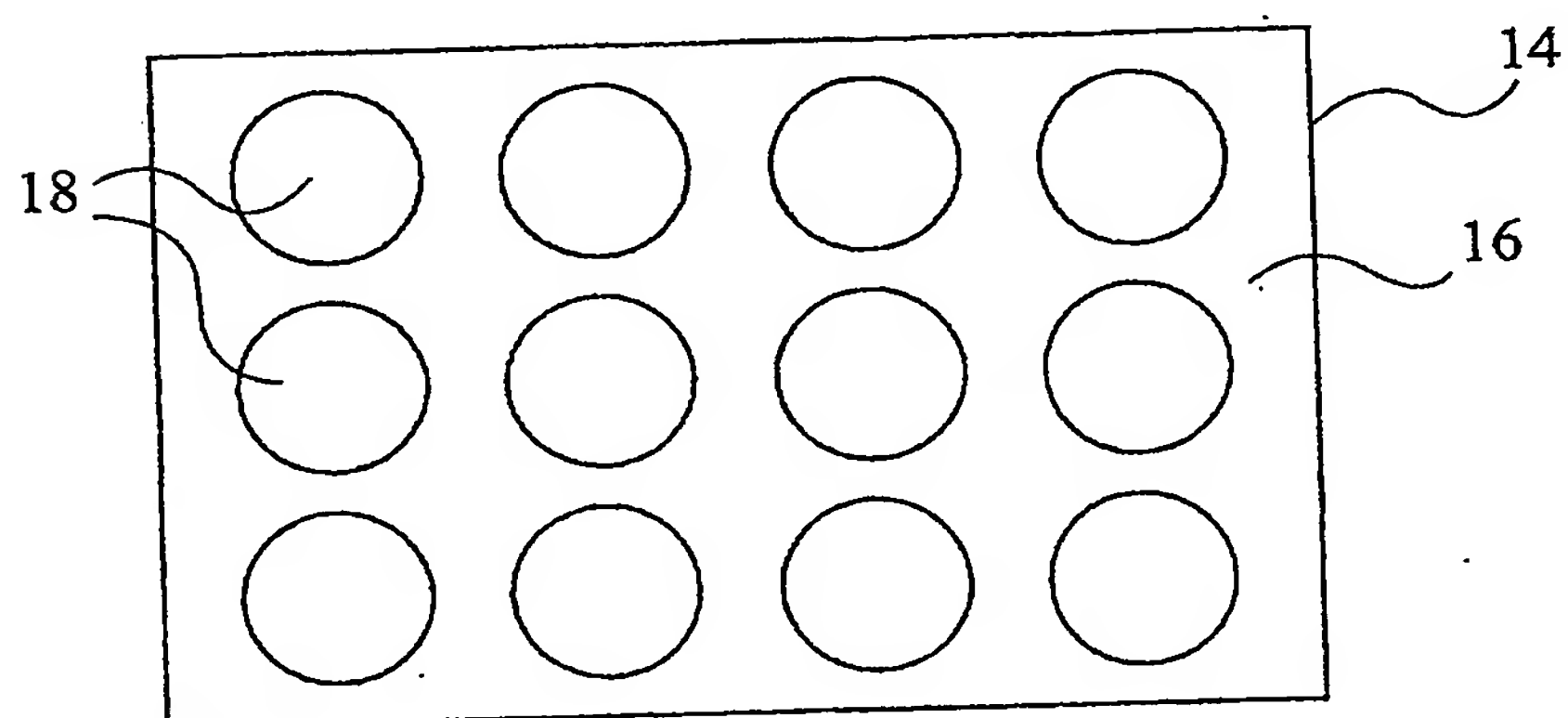


Fig 1E

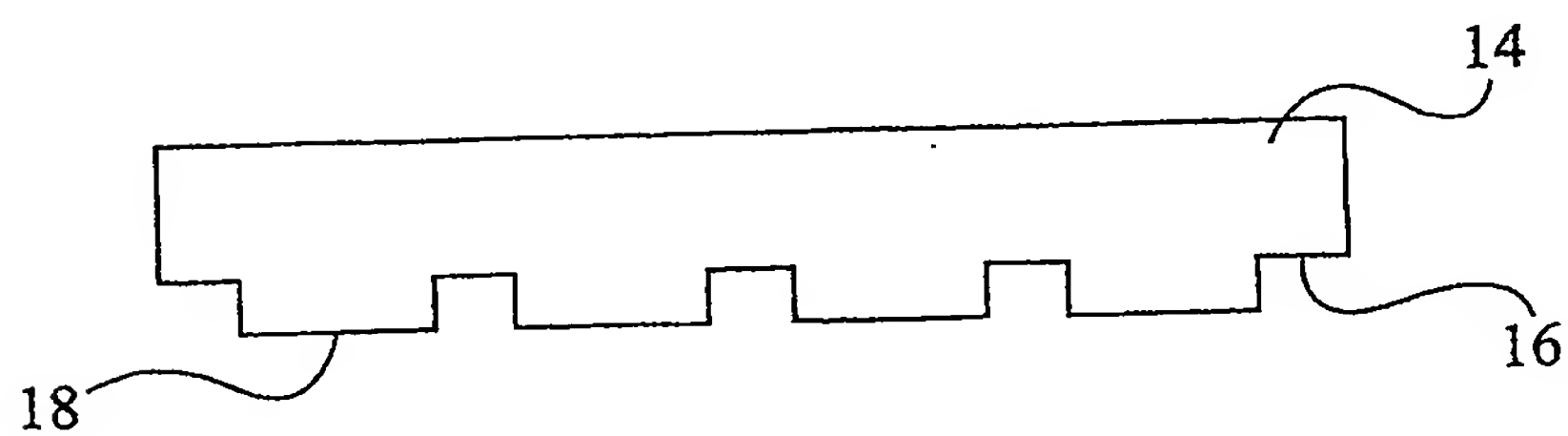


Fig 1F

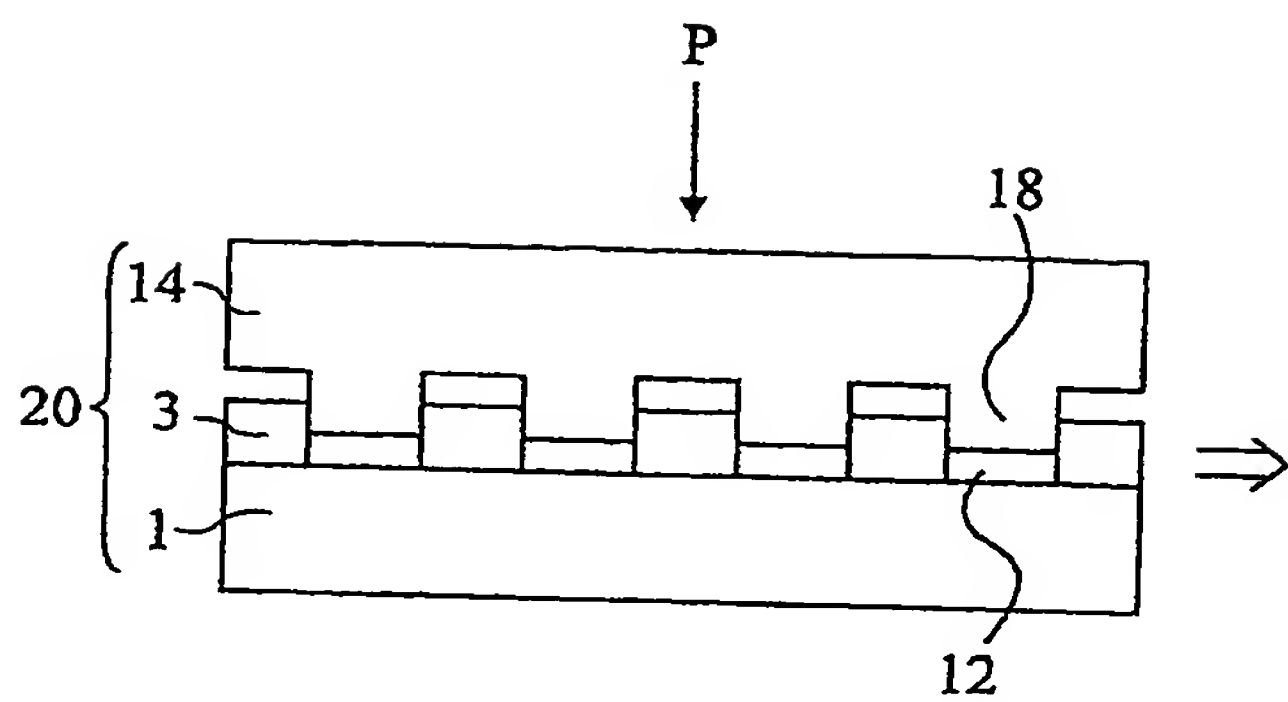


Fig 2A

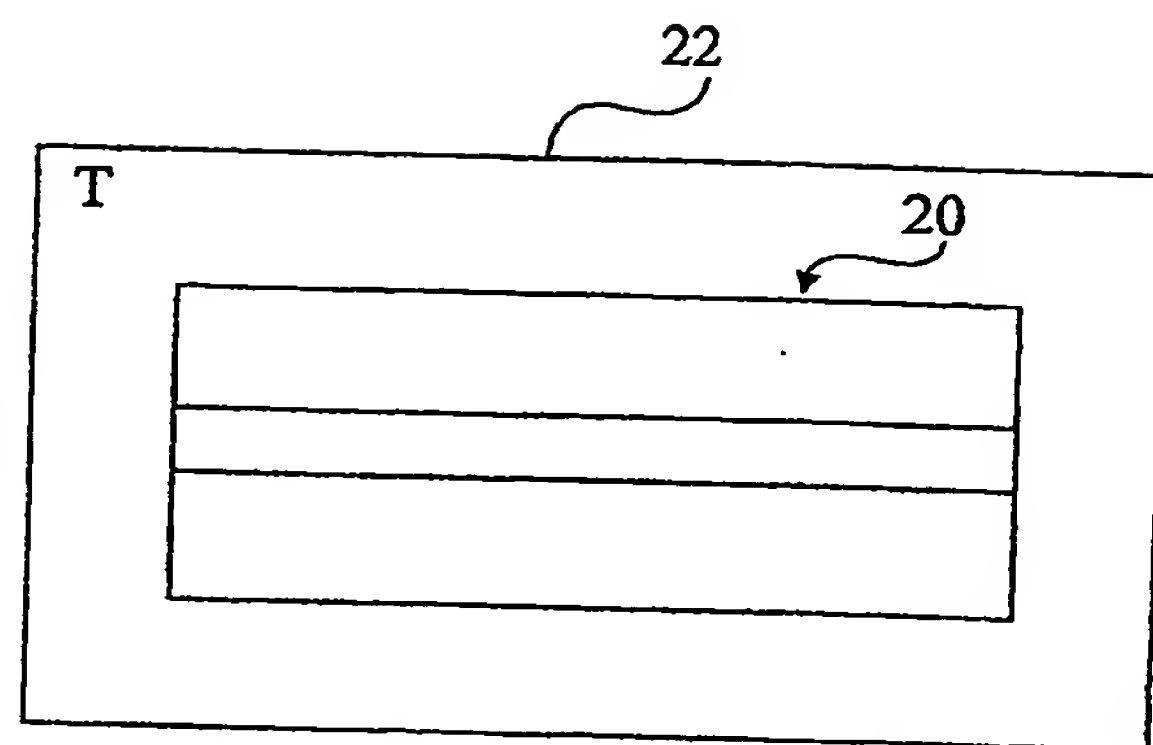


Fig 2B

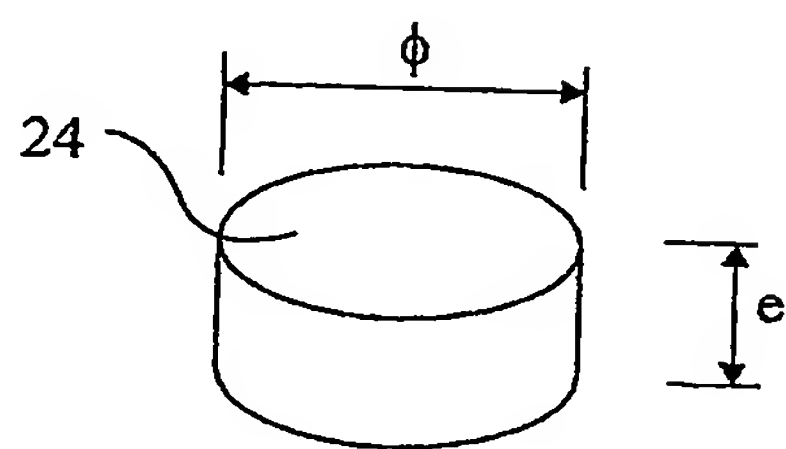


Fig 3

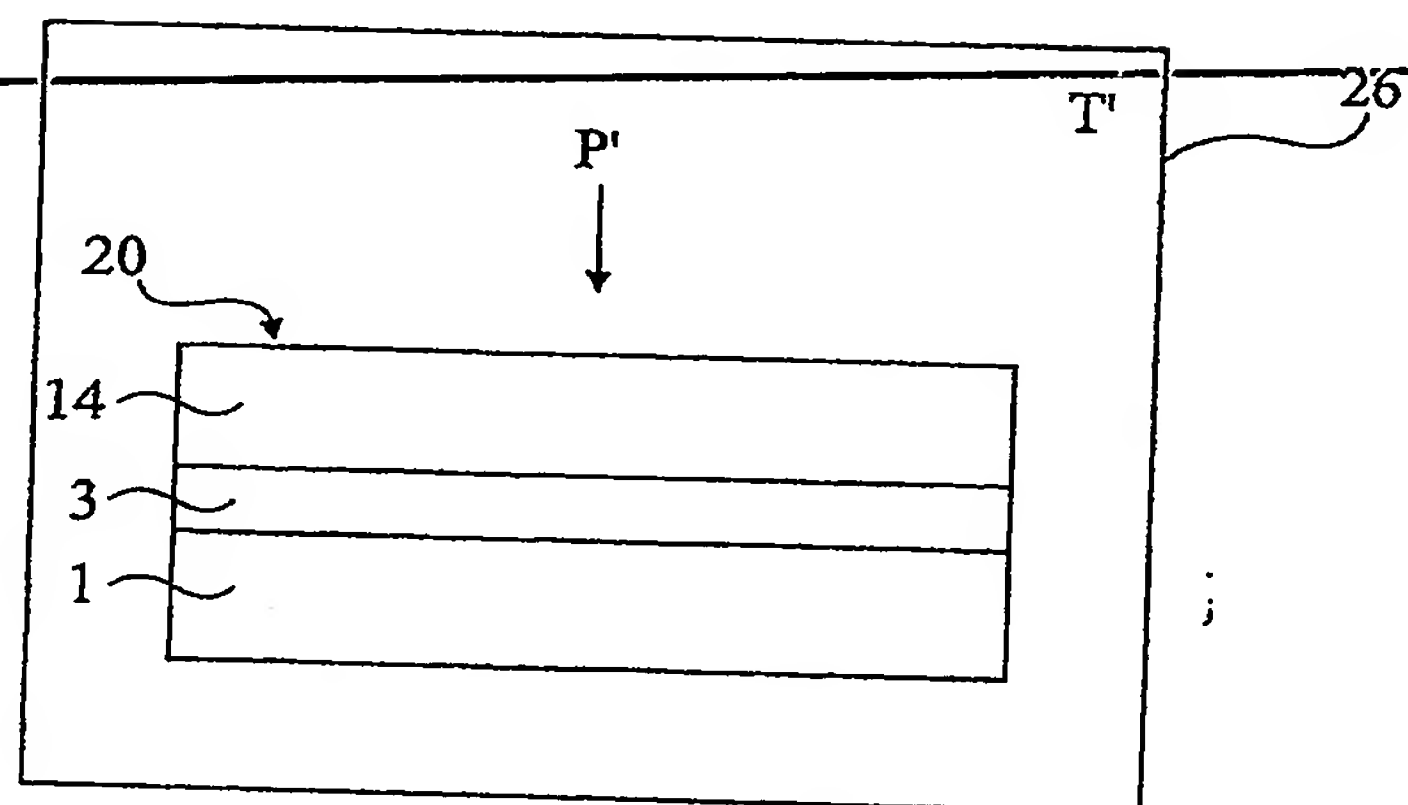


Fig 4



reçue le 27/06/03



DÉPARTEMENT DES BREVETS
26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

**BREVET D'INVENTION,
CERTIFICAT D'UTILITÉ**
Code de la propriété intellectuelle-Livre VI

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) PAGE N°1/ 1
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

Vos références pour ce dossier (facultatif)		B6005	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03 04 675	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
PROCÉDÉ DE FABRICATION DE GRANULES SEMICONDUCTEURS			
LE(S) DEMANDEUR(S):			
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE			
DESIGNE (NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite "Page N°1/1" S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Prénoms & Nom		Alain Straboni	
ADRESSE	Rue	6, Rue Marcel Pagnol	
	Code postal et ville	86180	BUXEROLLES, FRANCE
Société d'appartenance (facultatif)			
Prénoms & Nom			
ADRESSE	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Prénoms & Nom			
ADRESSE	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE (S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
Michel de Beaumont Mandataire n° 92-1016 Le 14 avril 2003			

PCT/FR2004/050152

